耕耘機水田適用性試驗

邱　清　標

一、前　言

臺灣農業勞動之分配很不平均，農家每成年人平均勞動工數約一百三十五天，只佔四個多月而已，但到農忙期，爲了及時完成農場工作，短期內自家勞動還感不足應付而必須雇工，全省農家每戶平均勞動工數約五百七十三工中雇工約七十工，佔十二%，這七十工大多都集中在農忙期，再看本省之畜力分配情形，現本省約有三九萬四千頭之耕牛，每頭耕牛之耕作面積約一•五公頃，本省之耕地面積水田五十二萬八千多公頃，旱田三十四萬三千五百公頃，計八十七萬七千多公頃，因此本省還缺少約十一萬頭之耕牛，但回顧每頭耕牛之工作天則可發現水牛一年之間，只有五十三工作天，黃牛只有四十八工作天，都不及二個月，約有十個月是在休閑，這也充分表現了農業勞力之極端不平均。

因此爲提高農家所得，除了改進栽培技術及增加耕深以求增加生產外必須設法推進農家副業及增加輪作次數，以利用農村之潛在勞力資源，但爲推進副業及改進輪作次數之先，必須先解決農業勞作之機械化以便消除農忙期之勞力不足使勞力分配能平均化，因此政府自民國四十五年就積極開始引進耕耘機作整地作業之研究，以便推行農業機械化。本所爲配合政府之政策，自民國四十七年六月亦開始作機耕試驗以資了解臺灣目前應推行具有何種性能之耕耘機。

二、試驗材料與方法

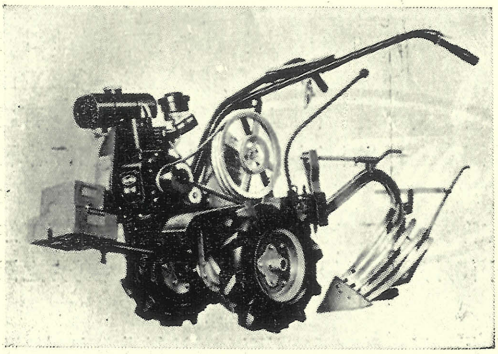
1. 供試耕耘機：

本所開始機耕當初（民國四十六年）在日本已經推廣了三十多萬臺耕耘機到農村，約每十二戶農戶就有一臺，其型式也有好幾種，大型的有廻轉式驅動型，竪螺式驅動型，攪桿式驅動型，以及庭園曳引機（牽引型）等，小型的有牽引型，小型廻轉式驅動型，單輪牽引型等等，因此爲瞭解各種機器之操作性能，深耕性能，對作物生育及土壤之影響等問題，自日本選了五臺較具代表性之不同型式耕耘機而作水田整地作業之比較試驗。玆將所選定之機種示於第一表及第一圖至第五圖。

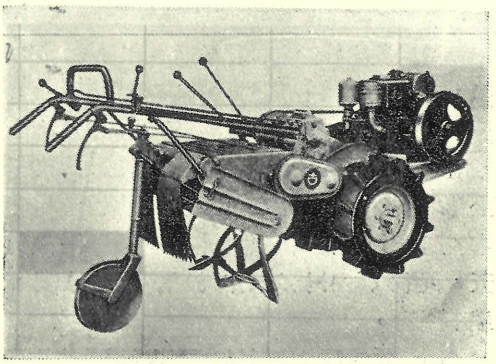
第一表　供試耕耘機性能表

機種／項目	美利牌耕耘機	井關牌耕耘機	古川牌耕耘機	興國牌耕耘機	秋津牌耕耘機
1.耕耘機型式	牽引式	廻轉式	竪螺式	牽引式	廻轉式
2.引擎型式	克林頓900型	三菱 C_2	野馬 NK_3	三菱 C_{21}	秋津 C_1
3.馬力	2—2.5HP	6～7.5HP	3—4HP	3—4.5HP	3—4.5HP
4.燃料種類	汽油	煤油	柴油	汽油	煤油
5.皮帶變速	3級	2級	2級	3級	2級
6.齒輪變速	無	前進6級 後退2級	前進4級 後退2級	前進6級 後退2級	無
7.操向裝置	無	第三軸嚙齒離合器	第三軸嚙齒離合器	第二軸嚙齒離合器	第三軸嚙齒離合器
8.機重（公斤）	55	375	310	75	185
9.製造廠商	細王舍工場	井關農機株式會社	古川農機株式會社	興國農機株式會社	新明和興業株式會社

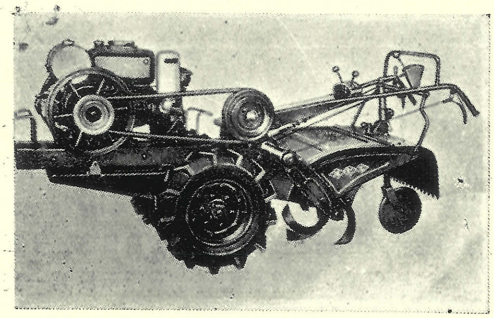
10.附屬機具名稱數量	雙向犂 1隻 篠礡輪 1組 手耙 1隻 拉車 1架 水田輪 1組	耕耘刀 1組 水田輪 1組 拉車 1架	三葉螺旋刀 1組 水田輪 1組	雙向犂 1隻 篠礡輪 1組 水田輪 1組 手耙 1隻 拉車 1架	耕耘刀 1組 水田輪 1組
11.來源	農復會贈送	向日本購買	向日本購買	向日本購買	向日本購買



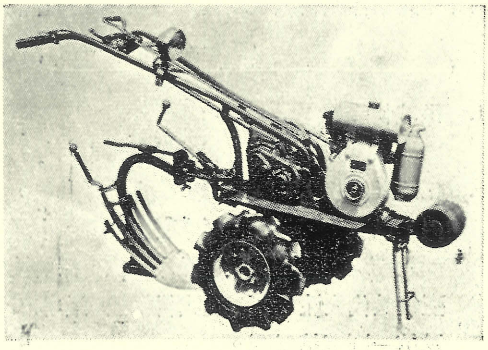
第一圖　美利牌牽引型耕耘機



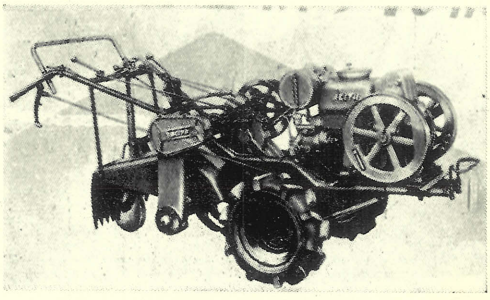
第二圖　古川牌竪螺式驅動型耕耘機



第三圖　井關牌廻轉式驅動型耕耘機



第四圖　興國牌牽引型耕耘機



第五圖　秋津牌廻轉式驅動型耕耘機

2. 試驗設計：

a 試驗地之選定：爲求耕耘機在不同土壤情況下之作業性能，在北部地區選了五個試驗區。

i 本所農場——經過客土之粉質壤土。

ii 北投石牌——地下水位很高，表土浸水後粘着力很強，洒乾後表面很硬，心土很軟之壤土。

iii 永和秀郎——新堆積之河床砂質壤土。

iv 新壯西盛——臺北盆地代表性之粉質壤土。

v 中壢埔頂——桃園臺地代表性之紅磚土風化之粉質壤土。

b 試區之排列法：各機器之試區採用隨機排列重複兩次，每小區之面積爲五公畝，並作牛耕試驗爲對照以資比較。

c 駕駛員之選定：各機器之駕駛員均由本所農管組之技工中選擇5名每人負責駕駛壹台。經過半個月之田間作業訓練後在本所農場試區上作一次模擬試驗。

牛耕試驗由試驗區之地主自行駛牛耕作而由本所測定人員記錄其時間及深度。

d 測定及調查事項：

i 測定耕深：耕耘機在作業當中，由專人選擇五行，每行測定二點計十點而求其平均耕深。

ii 測定作業時間：記錄作業開始及終止時間以計算單位面積整地所需時間。

iii 測定用油量：在作業開始時加入定量之燃油，在作業終止時再測其所剩之油量，因燃油在購買時都以體積計算，故爲便於計算費用仍以公撮表示其耗油量。

iv 生育及產量調查：在各試區所栽培之水稻調查其田面什草數，水稻之生育及產量等。第三表中之什草數爲每坪調查三次之總數。

v 土壤機械成份調查：各試區在第一次試驗時，均採取土壤樣本分析其機械成分，以增參考。

三、試驗結果與討論

1. 土壤調查記錄：

因驅動式耕法和犁耕式耕法對土之流動方式完全不相同，因此對肥料及有機質之影響，土之風乾效果等都可能發生差異，故本予定在試驗開始第一年、第三年，及第五年調查試區之土壤機械成份以便比較，但因調查一次無法了解其變化情形。

2. 不同耕起法對生產量之影響調查：

第三表所示二期的調查所得數值均參差不一，不能了解各種耕起法及耕深對水稻之產量影響。根據，南敬二氏（1959）在日本冲積第四紀新層壤土所作五年試驗結果小麥機耕區較畜力區略爲資產，水稻則較畜力區略減收，但無因連續採用廻轉耕耘法而所引起減收之現象。所以連續採用驅動廻轉耕耘法對產量之影響不明顯。

又利用驅動耕耘法時土壤全層均比犁耕較細，關於水田土塊之粗細對水稻產量之影響，依據關東東山農試所技官姬田正美氏（1959）之報告則土塊細時可以產生多量的氨，可以使水稻之初期生育良好，假若這個初期生育之良好可影響到收穫時期就可以增加產量，相反地，土塊細時在生育的後半期因土壤中發生氧氣不足，還元作用加强而影響到根部的發育，假若這個影響强時將使水稻減收，所以土塊之粗細對水稻產量之影響還要視氣象及土質之關係，因此仍具有地域性，依據其試驗結果，在無機質肥料區就略有增產，在紫雲英肥料區雖初期生育良好，但後半期受到土壤之還元作用而呈減產，一般在較冷而需促進初期生育旺盛的季節，土塊細仍不至於發生減產，但在比較溫熱的季節，由於還元作用而可能引起腐根。

第二表土壤調査記錄表

場所		秀郎					石牌					中壢					新莊					本所				
機別 地區	成分	粉黏 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	質地	粉黏 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	質地	粉黏 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	質地	粉黏 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	質地	粉黏 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	質地
美利	甲	43.6	56.4	29.9	13.7	砂質壤土	55.5	44.5	41	14.5	壤土	66.0	34.0	50.8	15.20	粉質壤土	91	9	68.37	22.67	粉質壤土	81.55	18.45	64.11	17.44	粉質壤土
	乙	46.2	53.8	29.6	16.6	〃	53	47	33.15	19.85	〃	68.30	31.70	53.4	14.90	〃	91.2	8.8	68.4	22.8	〃	84.08	15.92	63.49	20.59	〃
井關	甲	60	40	46.6	13.4	壤土	—	—	—	—		69.30	30.7	51.35	17.95	〃	96	4	75.8	20.2	〃	81.55	18.45	66.73	14.82	〃
	乙	37.5	62.5	23.7	13.8	砂質壤土	55	45	40.35	14.65	〃	70.0	30	50.45	19.55	〃	94	6	72.2	21.8	〃	79.57	20.43	69.92	9.65	〃
古川	甲	40.06	59.94	26.26	11.38	〃	59.8	40.2	44.05	15.75	〃	73.5	26.50	54.85	18.65	〃	93	7	69.4	23.6	〃	79.70	20.30	71.32	8.38	〃
	乙	43.8	56.2	30.2	13.6	〃	54.3	45.7	40.65	13.65	〃	74.2	25.80	52.96	21.24	〃	92.2	7.8	71.4	20.8	〃	85.09	14.91	68.96	16.13	〃
興國	甲	47.4	52.6	32.4	15	〃	54.5	45.5	35.9	18.6	〃	66.2	33.80	50.60	15.60	〃	94	6	73.2	20.8	〃	—	—	—	—	
	乙	42.8	57.2	28.8	14	〃	52.6	47.4	42.9	9.7	〃	—	—	—	—		93.3	6.7	73.8	19.5	〃	64.02	35.98	42.27	21.65	壤土
牛耕	甲	45.8	52.4	32.00	13.8	砂質壤土	51.7	48.3	35.7	16.0	〃	71.60	28.4	52.20	19.40	〃	92	8	70.00	22.0	〃	89.88	10.02	64.37	25.61	粉質壤土
	乙	42.15	57.85	28.35	13.8	〃	52.0	48.0	40.75	11.25	〃	70.2	29.8	51.20	19.0	〃	94	6	77.3	16.7	〃	81.88	18.12	64.37	17.51	〃
秋津	甲	44.2	55.8	30.50	13.7	〃	—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	
	乙	47.00	53.00	34.00	13.00	〃	—	—	—	—		68.10	31.9	52.85	15.25	〃	95.6	44	75.6	20	〃	82.83	17.17	62.20	20.63	〃

第三表 水稻生育及產量調查

場 所：本 所

機種別	期作別	實數與百分比	什草數	收穫時 稈長	收穫時 穗數	精谷產量 公斤/公頃
美利牌	47－II	實數	1,023.5	95.45	12.20	3,007
		百分比	159.9	98.18	96.60	99.25
	48－I	實數	438.9	88.70	16.10	3,200
		百分比	71.3	104.72	116.67	105.44
興國牌	47－II	實數	676	98.60	13.35	3,495
		百分比	105.6	101.65	105.7	115.35
	48－I	實數	806.3	95.10	17.70	3,615
		百分比	138.3	112.27	128.27	119.11
井關牌	47－II	實數	1,533.00	94.55	11.83	2,655
		百分比	239.5	97.47	93.67	87.29
	48－I	實數	695.8	87.60	17.80	3,118
		百分比	119.4	134.24	128.98	102.73
秋津牌	47－II	實數	1,728.0	97.90	11.85	2,760
		百分比	254.26	109.26	93.82	91.09
	48－I	實數	396.3	96.00	18.20	3,601.8
		百分比	67.90	113.34	131.88	118.67
古川牌	47－II	實數	1,340	94.95	12.48	2,760
		百分比	233.2	97.68	98.81	91.09
	48－I	實數	108.9	85.20	15.70	3,035
		百分比	18.7	105.49	113.77	100.00
牛耕	47－II	實數	640	97.00	12.63	3,030
		百分比	100	100	100	100
	48－I	實數	583	84.70	13.80	3,035
		百分比	100	100	100	100

場 所：新 莊

機種別	期作別	實數與百分比	什草數	收穫時 稈長	收穫時 穗數	精谷產量 公斤/公頃
美利牌	47－II	實數	48.50	99.42	15.55	3,218.50
		百分比	85.09	117.19	96.87	108.19
	48－I	實數	160.10	102.40	13.60	.2880.00
		百分比	109.96	100.68	95.11	97.23
興國牌	47－II	實數	69.00	98.90	17.43	3,090.00
		百分比	121.52	105.43	107.97	103.87
	48－II	實數	188.51	101.80	13.40	2,810.00
		百分比	129.55	100.09	93.72	97.97

井關牌	47—II	實數	64.50	100.35	16.40	3,277.50
		百分比	113.77	102.04	102.17	110.17
	48—I	實數	183.70	104.30	14.10	3,195.00
		百分比	126.25	102.55	98.61	107.94
秋津牌	47—II	實數	94.00	100.63	15.55	3,135.00
		百分比	164.91	102.32	96.88	105.40
	48—I	實數	208.30	100.20	14.40	3,038.00
		百分比	143.16	98.52	100.01	102.64
古川牌	47—II	實數	56.50	100.23	16.03	3,262.50
		百分比	99.12	119.11	99.87	109.66
	48—I	實數	168.10	100.00	15.30	3,065.00
		百分比	115.53	98.33	106.99	103.55
牛耕	47—II	實數	57.00	98.35	16.05	2,975.00
		百分比	100.00	100.00	100.00	100.00
	48—II	實數	145.50	101.70	14.30	2.963.00
		百分比	100.00	100.00	100.00	100.00

場所：石牌

機種別	期作別	調查項目 / 實數與百分比	什草數	收穫時 稈長	收穫時 穗數	精谷產量 公斤/公頃
美利牌	47—II	實數	282.00	98.18	20.05	3,353
		百分比	522.22	98.13	98.03	78.47
	48—I	實數	83.50	110.00	25.60	4.508
		百分比	141.01	99.05	100.89	113.61
興國牌	47—II	實數	150.00	100.83	22.35	3,698
		百分比	277.78	100.27	109.82	86.54
	48—I	實數	74.80	112.50	24.80	3,848
		百分比	127.86	100.81	105.52	99.49
井關牌	47—II	實數	38.50	101.55	20.85	3,405
		百分比	70.38	101.54	102.45	71.26
	48—I	實數	68.80	113.30	26.10	4,373
		百分比	117.67	101.51	111.60	110.26
秋津牌	47—II	實數	298.00	100.45	18.50	3,488
		百分比	551.85	100.39	90.91	81.62
	48—II	實數	93.50	112.70	26.10	3,759
		百分比	161.19	100.98	111.06	94.76
古川牌	47—II	實數	49.50	103.00	20.50	3,678
		百分比	91.67	102.94	100.73	85.17
	48—I	實數	61.00	112.30	25.50	4,317
		百分比	121.36	100.68	108.47	107.18

牛耕	47—Ⅱ	實數	54.00	100.05	20.35	4,273
		百分比	100	100	100	100
	48—Ⅰ	實數	58.50	111.60	23.50	3,968
		百分比	100	100	100	100

場所：中壢

機種別	期作別	調查項目 / 實數與百分比	什草數	收穫時 稈長	收穫時 穗數	精谷產量 公斤/公頃
美利牌	47—Ⅱ	實數	202.00	96.58	14.03	3,390
		百分比	123.93	93.73	90.70	92.12
	48—Ⅰ	實數	93.30	92.10	20.60	2,735
		百分比	57.61	93.31	94.93	94.49
興國牌	47—Ⅱ	實數	192.70	99.97	14.63	3,488
		百分比	118.23	96.99	94.57	95.09
	48—Ⅰ	實數	173.50	92.30	21.10	2,732
		百分比	94.39	93.52	97.24	94.40
井關牌	47—Ⅱ	實數	87.3	101.53	15.37	3,705
		百分比	53.55	98.51	99.35	101.01
	48—Ⅰ	實數	107.30	97.60	22.10	2,693
		百分比	58.39	98.89	101.84	83.19
秋津牌	47—Ⅱ	實數	308.70	98.70	14.98	3,444
		百分比	189.38	95.76	96.83	93.88
	58—Ⅰ	實數	251.10	96.80	22.30	2,619
		百分比	136.61	97.62	102.76	80.91
古川牌	47—Ⅱ	實數	156.0	99.61	14.70	3,405
		百分比	95.76	95.02	75.02	92.28
	48—Ⅰ	實數	126.30	97.20	21.80	3,087
		百分比	68.71	98.48	104.07	95.37
牛耕	47—Ⅱ	實數	163.0	103.07	15.47	3,668
		百分比	100	100	100	100
	48—Ⅱ	實數	183.80	98.07	21.70	32.37
		百分比	100	100	100	100

場所：秀郎

機種別	期作別	調查項目 / 實數與百分比	什草數	收穫時 稈長	收穫時 穗數	精谷產量 公斤/公頃
美利牌	47—Ⅱ	實數	223.00	109.95	23.68	2,842.5
		百分比	88.67	93.43	100.64	98.80
	48—Ⅰ	實數	152.30	86.40	17.70	2,223
		百分比	106.86	97.74	94.14	106.36

興國牌	47—II	實數	336.5	111.90	22.95	2,872.5
		百分比	133.80	99.19	97.54	99.74
	48—I	實數	294.60	86.50	18.30	2510
		百分比	207.03	97.86	97.87	120.09
井關牌	47—II	實數	316.50	113.85	23.93	2,700
		百分比	125.84	100.94	101.70	93.75
	48—I	實數	377.6	86.50	18.70	2,465
		百分比	265.35	97.86	92.42	117.94
秋津牌	47—II	實數	258.5	111.55	22.60	2,850
		百分比	102.78	98.89	96.05	98.96
	48—I	實數	295.4	87.10	16.70	2,565
		百分比	207.59	98.53	88.36	123.62
古川牌	47—II	實數	185.5	109.25	23.95	2,385
		百分比	73.76	96.85	101.79	82.81
	48—I	實數	310.9	81.90	16.80	1,910
		百分比	218.48	92.65	89.36	91.38
牛耕	47—II	實數	251.5	112.80	23.53	2,880
		百分比	100.00	100.00	100.00	100.00
	48—I	實數	142.3	88.40	18.80	2.090
		百分比	100.00	100.00	100.00	100.00

3. 耕起作業試驗

第四表 耕起深度

深度〔Cm〕

年份	地區 / 機名	秀郎		石牌		中壢		新莊		本所		和	平均	指數
		甲	乙	甲	乙	甲	乙	甲	乙	甲	乙			
47—II	美利	16.16	14.33	11.25	11.25	13.17	13.67	11.36	16.25	14.33	15.42	137.11	13.72	101.8
	興國	18.33	16.17	14.50	14.33	17.16	16.33	16.80	17.00	15.90	14.80	161.32	16.13	119.8
	井關	15.50	16.17	14.16	12.83	14.00	16.16	17.25	16.16	15.74	15.33	153.30	15.33	113.9
	秋津	11.50	12.83	10.50	10.50	13.00	12.60	13.00	13.00	12.96	12.83	122.72	12.27	92.5
	古川	14.50	14.10	13.80	14.60	16.30	17.16	18.83	18.50	16.16	16.00	159.95	15.99	118.7
	牛	13.50	14.13	9.13	10.75	15.25	14.00	14.83	15.00	13.80	14.13	134.52	13.45	100
48—I	美利	14.00	14.50	13.50	13.80	14.50	15.60	14.50	15.50	12.73	12.73	141.36	14.14	102.5
	興國	17.00	15.30	16.30	15.60	15.16	15.60	16.30	16.16	16.16	15.30	158.88	41.89	115.0
	井關	11.50	12.00	12.04	12.08	14.50	13.60	16.60	15.40	14.50	14.43	136.52	13.65	99.00
	秋津	10.30	10.16	11.58	13.00	12.50	13.16	13.60	13.30	12.50	12.30	123.00	12.30	89.3
	古川	15.50	14.50	15.00	13.80	13.80	14.00	13.60	14.00	15.60	13.80	143.60	14.36	105.5
	牛	13.90	10.16	15.60	13.50	13.50	14.70	14.50	14.80	13.50	13.50	137.76	13.78	100

表—5 耕起時間

時間〔min〕

年份	機名＼地區	秀郎 甲	秀郎 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	和	平均	指數
47—II	美利	156	158	113	263	250	243	190	252	140	163	1,926	192.6	102.3
	興國	233	133	188	166	197	207	138	155	160	148	1,725	122.5	91.4
	井關	152	138	200	141	163	158	126	118	168	163	1,525	152.5	80.8
	秋津	117	93	172	175	152	145	87	80	135	122	1,278	129.8	67.6
	古川	141	160	203	172	171	180	141	190	147	113	1,558	155.8	82.5
	牛	162	182	157	240	228	245	173	152	150	195	1,884	188.4	100
48—I	美利	195	203	208	160	175	190	216	166	120	140	1,773	177.3	89.5
	興國	163	170	206	215	161	179	170	170	173	158	1,765	176.5	88.7
	井關	195	238	210	225	153	150	112	95	133	200	1,711	171.1	86.3
	秋津	248	54	190	240	95	110	77	87	183	158	1,442	144.2	72.9
	古川	190	153	158	153	98	121	103	113	168	193	1,450	145	73.25
	牛	222	227	130	150	185	226	241	223	177	199	1,978	197.8	100

表—6 耕起深度變量分析表

變因	Df	SS	ms.	F	理論F週 5%	理論F週 1%
場	4	63.6	15.9	39.9**	2.56	3.72
年	1	6.47	6.47	17.12**	4.03	7.17
機器	5	167.63	33.52	88.67**	2.40	3.41
場×年	4	38.64	9.66	25.55**	2.56	3.72
機×場	20	24.54	1.22	32.01**	1.74	2.18
機×年	5	29.14	5.82	15.39**	2.40	3.41
重複	10	1.38	0.138	0.37	2.13	2.89
機誤	50	18.93	0.378	—	—	—
總	119	350.33	—	—	—	—

第七表 耕起深度比較表

興國	320.20					
古川	303.55	16.65				
井關	289.82	30.38	13.73			
美利	278.55	41.65	25.00	11.27		
牛耕	272.28	47.92	31.27	17.54	6.27	
秋津	245.72	74.48	57.83	44.10	32.83	26.56

第八表　耕起時間變方分析表

變　　因	Df	SS	ms.	F	理論F值	
					5 %	1 %
場	4	21,032	5,258	3.62*	2.56	3.72
年	1	407	407	0.2	4.03	7.17
機　　器	5	46.441	9,288.2	6.3**	2.40	3.41
場 × 年	4	9,687	2,421	1.6	2.56	3.72
機 × 場	20	49,987	2,299.3	1.2	1.74	2.18
機 × 年	5	5,313	1,062	0.7	2.40	3.41
重　　複	10	16,446	1,644.6	1.06	2.13	2.89
機　　誤	50	72,534	1,450.6	0.02	—	—
總	119	22,1847	—	—	—	—

第九表　耕起時間比較表

牛　　耕	3,862					
美　　利	3,699	163				
興　　國	3,490	372	209			
井　　關	3,238	624	461	252		
古　　川	3,008	854	691	482	230	
秋　　津	2,720	1,142	979	770	518	288

從上列數表可知，除秋津耕耘機未能超過牛耕深度外其餘均勝於牛耕，秋津耕耘機之耕深較差之原因爲行速太快，大部馬力均消耗在行走阻力上，故其作業速度較任何機器爲快。

a　耕耘機之耕深性能：

耕耘機之耕深及耕速應如何配合，依據日本山形大學農學部，山形縣立農機具硏究所土屋功位、小松幸雄兩氏所作之試驗報告則驅動型耕耘機每單位面積耕耘所需動力量，隨耕耘速度之增加而減小，但耕耘速度超過 32 m/min (0.53 m/sec) 或耕深超過 12 cm 則反而增加，比抵抗值（所需動力/耕深×耕速×耕寬）也各式驅動型耕耘機都耕深在 8 ~14cm之間爲最小，若耕耘速度太慢或耕深太淺則消耗在車輪之驅動力及機器各磨擦部份消耗之動力所佔之百分比增加而減低效率，又若耕速太高或耕深太深則由於所需動力之急激增大而減低效率，所以由此試驗結果可以了解驅動型耕耘機之適當耕速約爲 30m/min (0.5m/sec)，適宜耕深爲 14cm 左右。

牽引型耕耘機之犁耕性能依據日本關東東山農試所手塚右門及小中俊雄兩氏的試驗結果，則耕耘機用犁之牽引抵抗約爲133kg（二段雙用犁），牽引馬力約爲1.95P.S，因此機器重量應在133kg以上，引擎馬力應在 3.P.S 以上，又比抵抗值耕深在 14cm 時表示最小值，耕速對比抵抗值之影響就不顯著，應利用高速作業以提高工作效率，所以牽引式耕耘機之適當耕速應爲 1m/sec 左右（人在田間之適宜行速爲 1m/sec 左右），適宜耕深 14cm 左右。牛耕耕深普通爲 12cm，耕速爲 0.75m/sec。

從以上數值可知，利用耕耘機作深耕，若不採取其他犁耕方式而利用普通作業方法想達成深耕目的，可能只有徒增機器之重量及浪費燃油，反而不經濟，因此應利用另外之作業法以達到深耕目的。

至於水田之耕深應有多少，也是要研究耕耘機之深耕方法之前應了解的問題，若依據姬田正美氏之報告，則耕深在 7cm 時水稻的分櫱最盛期將發生斷肥， 耕深在 12～15cm 時則在幼穗形成期土中就消失養分，18cm 時就在出穗期消失養分，若在出穗期以後土中仍留有多量養分時將使成熟期遲延而引起倒伏及病害，所以適當之耕深約在 18～21cm。依日本各國農試所之試驗結果耕深在 18～21cm 時大致可增產5～10%，又依據本所農藝系農管組主任謝全份氏 (1957) 之報告，則耕深在 20～25cm 時產量最高，若超過 30cm 則很容易引起病害產量反減少，因此可以略知在本省之水田耕深應爲 20～25cm， 耕耘機爲達成 20cm 以上之耕深，現在日本所研究的有牽引型用的土心破碎犁，後隨深耕犁及驅動型用的振動心土破碎犁，U 型心土破碎器 (Buɭl deeper) 等法，這些方法在本省尙未開始試用研究，但依筆者在耕耘機推廣工作及牽引型耕耘機用車輪之研究工作當中常常招遇到困難是，現用的犁所能犁耕的深度約在 15cm 以下， 但在深田犁耕時， 因深田的表土深度多在 20cm 以上，假若將表土分成二層 ， 利用現有之犁先犁表層一部分時因土壢之粘度很高不容易破碎，但表土和必土之界線很容易發生滑動，於是發生推土現象而使無法進行犁耕作業，將來假若利用心土破碎犁及後隨深耕犁作深耕之後，所有水田均理應成爲深田，若此則再後之犁耕作業是否仍可利用上下層分開作業之犁耕法，若不能分開犁耕則依筆者作車輪試驗之結果耕耘機所需要之馬力勢必增至 5～6P.S，始可達到20公分之耕深，因此犁耕式耕耘機之深耕方法應再加研究。

第十表　水田深耕試驗記錄

中壢試驗區，水田，犁耕前三天灌水，犁耕時無水 (普通田)

土壤成分：

	砂粒百分數	粘粒百分數	粉粒百分數	類　別
表　土：	13.84	40,16	46	粉粘土
犁底土：	17.84	42.16	40	粉粘土

水分含量：　表土：27.5%　犁底土：26%

土讓硬度：D級彈簧未定，無法測定

試驗處理

項　　目		三陽式普通鐵輪				
		輪前端加重錘 1 隻車輪加車輪錘	前端無重錘車輪加輪錘 (b)	前端附重錘 2 隻車輪加輪錘 (c)	處理耕深增加 (d)	前端附重錘 2 隻無加輪錘 (e)
打滑率	空轉數	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
	犁耕轉數	12.4	14	12	12	11.5
	打滑率	16%	31%	12%	12%	7.5%
耕速	Sec/20m	25	32	26.5	25	2.5
	Vm/sec	0.8	0.63	0.75	0.8	0.8
耕深 Cm		19	20.5	18	19	17.5
所需牽引力		150Kg	180	100—150	130—150	100—130

b.　耕耘機之作業速度

從各地所作每10公畝耕地所需時間之結果得知，平均機器比牛耕略快，但有許多地區反不如牛耕，其主要原因爲各地區之土壤不相同，加上各種土壤之水分含量不同時，對車輪之適用性發生很大之差異，對犁及廻轉刀之適用性亦有不同，但在開始試驗當初車輪與土讓之間的關係未能明瞭，車輪種類亦不多，常發生機身沈沒及土草之附着而使工作困難，有關耕耘機作業效率之推察公式及車輪和土壤之基本試驗，在日本已有許多研究報告，玆將關東東山農試所農機具部技官金須正幸氏所發表之資料摘要參考則：

耕耘機之理論作業量爲

$$\text{每10公畝理論作業時間 (min)} = \frac{19}{\text{耕起寬度 (m)} \times \text{行速 (m/sec)}}$$

$$\text{作業效率} = \frac{\text{有效作業量}}{\text{理論作業量}} = \frac{\text{理論作業時間}}{\text{實際作業時間}}$$

依上式演算各機器之作業效率如下表

第十一表　供試機器作業效率

機　　器	理論作業時間	47年度實際作業時間	作業效率 %	48年度實際作業時間	作業效率 %	備　　考
美　　利	83分/10公畝	192.6	43	177.3	47	耕寬0.23m×行速1m/sec
興　　國	83	172.5	48	176.5	47	耕寬0.23m×行速1
井　　關	79	152.5	55	171.1	49	耕寬0.48×行速0.5
秋　　津	86	127.8	65	144.2	58	耕寬0.44×行速0.5
古　　川	108	155.8	53	145.0	58	耕寬0.44×行速0.4

依金須氏之統計，普通耕耘機之作業效率約在60～80%之間，但本次試驗之結果在43～65%之間，其原因可歸列爲

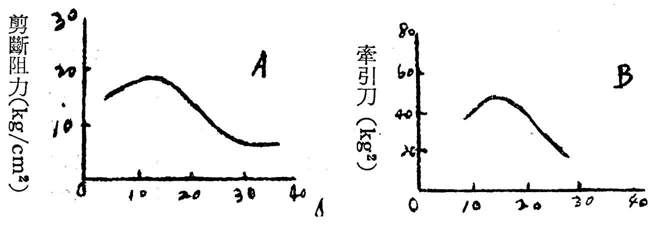
i　一般耕深均大於作統計之深度（12～14cm）

ii　駕駛員過去均習慣於駛牛，其在田間之行速未能達到1m/sec，而保持牛耕之行速(0.7m/sec)至未能發揮機器之性能。

iii　車輪及耕具未能配合各地之土壤情況，至使作業發生困難，如機身之沈沒，土草之附着等。

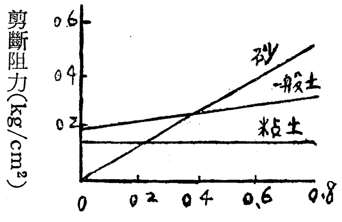
c.　車輪和耕耘機之作業效率

影響耕耘機產生牽引力之要素爲土壤之剪斷阻力，然土壤之剪斷阻力在某一含水量時達到最高值，水分再多或再少時阻力均減低，耕耘機能產生最大牽引力時之土壤水分含量也常等於土壤剪斷阻力最高時之水分含量，故知耕耘機之牽引力比例於土壤之剪斷阻力，但土壤之剪斷阻力在同一含水量下又隨壓力之大小比例增減，其比例之程度如第七圖所示，隨土壤成分之不同而異，因此就需要種種不同型狀之車輪以配合土壤之不同。筆者在民國52年及53年之間受農復會之經費補助亦作小型耕耘用車輪之試驗，該試驗之目的爲着重在應用方面，所以爲使機器與土壤之關係易於了解，將土壤之情況分爲七類如下：



土壤含水比（%）　　土壤含水比（%）

第六圖　剪斷阻力及牽引力



垂直荷重(kg/cm²)

第七圖　垂直壓力和剪斷阻力之關係

i　普通田

耕盤深度在15公分左右之腐植土水旱田，土壤堪水時不致發生粘性，乾旱時不結硬，也不疏鬆，下犁後土壢略具有碎性，易於破裂，所需牽引力小，因此機身重量不需很大兩端均可發生足够牽引力，工作輕易而安定，作業時可放手犁耕，機器之工作效率約可達牛耕之二倍。

ii　深田

耕盤深度在 20cm 以上之水田，此種水田多屬於紅磚土及粘質土，表土厚度多在60公分以上，土中有機質少，地力不肥沃，但一般農家為改造土質多施行深耕，耕盤比較深，用牛耕也非常費力，利用機器犁耕時，由於深度大，需要較大直徑之車輪，因此往往行速過快，再則重心高，機身之傾斜度亦增加，極易翻倒，同時所需牽引力增加，機身重量也須增加，但由於表土上之墢土輕鬆或較軟，犁溝底之耕盤較結硬，由是兩輪可發生之牽引力不易相等，機器操作時容易發生偏斜而不安定，表土上之稻草亦極容易附着在車輪上，未有適當之車輪及深耕用之犁，機器之工作效率比牛耕相差未幾或甚至不如牛耕。

iii　湳田及軟土田

排水不良或有機質多之深田多成為湳田或軟土田，機器下田後兩輪均沈沒至耕盤而失去應有之傾斜度，使犁之推側力消失，再則由於車輪之沈下度大，前進阻力增加，利用驅動型耕耘機時，土中稻草均被捲入耕耘軸上，增加耕耘阻力，利用犁耕時，土墢不易反轉，連同稻草一齊擠在犁衷而成為推土狀態，因此機器效率往往反低於牛耕或甚至無法作業。

iv.　水湳田

如湖底田及泉水田等沒有結實的耕盤，人畜均不易下田，機器幾乎完全無法使用。

v.　淺　田

砂礫田及新開墾之水田，表土深度多在10公分以下，於犁耕時，本無甚大問題，但由於土壤中常夾雜着大礫石及樹根，使犁發生突然性之大阻力，因此行速不宜太高，以防翻車及農具之損壞。

驅動型耕耘機因耕耘刀常將石礫打飛，使用人須防止被礫石打傷，及耕耘刀之損傷。

vi　鬆土田

粉粘土及經常耕種之紅磚土乾田在乾旱時表土甚為疏鬆，但土粒帶有粘性，犂耕時土墢不易滑動，附着於犂壁上而成推土狀態，利用驅動型耕耘法則工作效率高於牛耕二倍以上。

vii　硬土田：

有機質較少的粘土及紅磚土水田，要改種旱田作物，若甘藷等作物時，其表土多經過長期的排水而完全硬化，這時需要很大的破碎力，再則由於土墢多成塊狀而使反轉不連續，因此需要很大而不連續的牽引力，另方面由於土壤結硬，車輪之鐵耳不易進入土中，鐵耳之作用深度太淺易發生滑動，同時鐵耳與鐵耳之間隔增大，發生跳動，因此機器之振動很大，不安定而使作業困難。

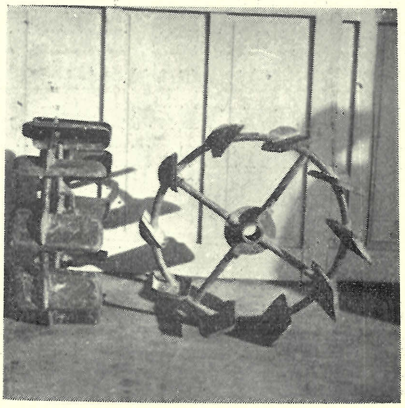
筆者預計依照上述分類法，對各類研究其最適合之車輪及犂之形態，現初步改良之車輪計有振豐式農試型鐵輪及農試型漸伸線大葉湳田用鐵輪等，振豐式農試型鐵輪之優點為在深田及湳田或軟土田使用時，車輪之支持力大，兩輪產生之牽引力差小，土草不附着，機器之操縱輕易，惟可產生之牽引力略嫌不足，農試型漸伸線大葉湳田輪之優點為牽引力大，並兩輪產生之牽引力平均，機器直進性良好，操作容易耕速亦可提高至每秒0.8～1 公尺， 極適合於深田及湳田或軟土田之用， 惟對施草田及紫雲英田之犂耕，是否發生土草之附着，尚未試過，予計53年底可試完。鬆土田及硬土田用之車輪亦在研究改善中，以期增加操縱之安定性。

4.　整平作業試驗：

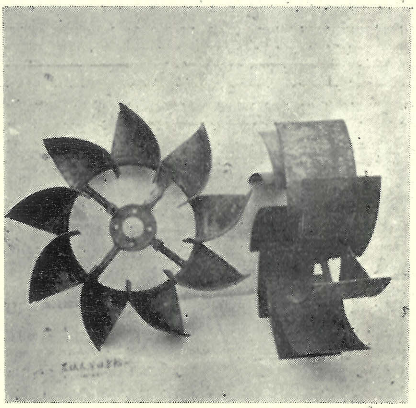
耕耘機之碎土作業，除 2.5 馬力小型牽引型在粘重的地區較難工作外， 其餘均比牛耕為均匀，耙平性能就因牽引型耕耘機之鐵耙寬度較狹，（1 公尺，牛耕用鐵耙為1.15公尺）， 並且作用角度也不同，牛耕用者為向前傾斜，具有載土作用，耕耘機鐵耙則垂直或略向後傾斜，只能依靠推土作用，故鐵耙發生偏斜或在轉彎時，所推動之土均流失，使載土能力遠不及牛耕而不易整平，又在砂質土壤耙平時，土塊易碎，甚不容易推土，所以在秀郎區之整平作業需費很多的時間。

針對這個問題，筆者曾在農復會補助計劃下作小型耕耘機用水田整地器具改良試驗，將原有耕耘機用鐵耙兩端加裝彈簧使鐵耙兩端之載土量不平時或由轉彎而發生偏斜時，均可自動回復原位以使推土不至流失，由此可使 4 馬力以上耕耘機之鐵耙增加載土能力而得以在70分左右完成10公畝之

第八圖　振豐式農試型深田用輪



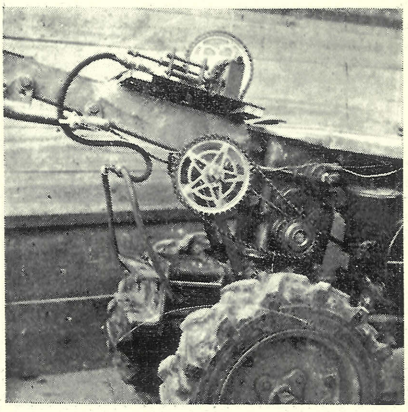
第九圖　漸伸線輪



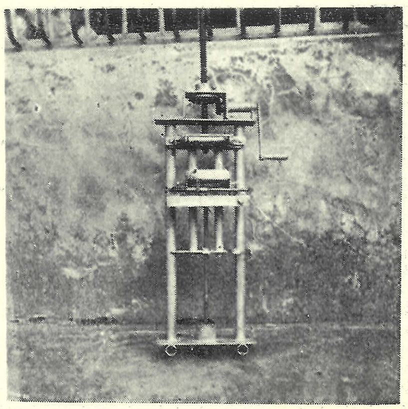
第十圖　田間試驗之一

第十一圖　田間試驗之二

第十二圖　牽引力測定器



第十三圖　土壤硬度計



耙平作業。

驅動式耕耘機則因耕耘部本身沒有推土作用，雖其碎土效率甚高，在第二次碎土時10公畝只約需40分，但假若田面不平則甚難耙平，只得在較高處使機器多走幾遍使土流至兩旁，因此試驗所得之數值筆者認爲沒有什麼意義，過去農家購買耕耘機之後還繼續飼牛之原因亦爲了要補救整平作業及作畦作業之故，但現在驅動型耕耘機之耙平用具已有長足之進步，如中農耕耘機均有附帶鐵耙以補充耙平作業，但至理想之境界似還有一段距離，亦爲以後必須研究之一問題。

第十二表　整平時間表

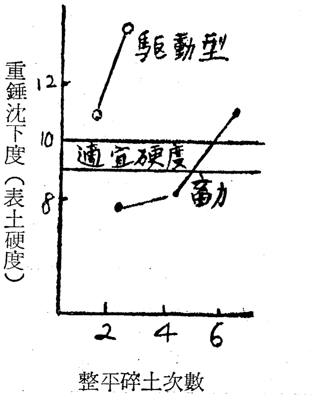
機別	期作別 ＼ 地區	秀郎 甲	秀郎 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	平均	指數
美利	47—II	135	172	190	127	162	103	105	122	147	165	142	112.6
	48—I	287	225	253	165	125	118	92	100	193	200	172	135.4
與國	47—II	90	133	108	125	110	106	73	80	150	156	113	89.6
	48—I	173	210	245	313	94	51	97	88	118	240	163	128.2
井關	47—II	106	110	83	115	91	93	93	106	80	85	96	76.1
	48—I	125	85	260	255	146	145	115	136	195	155	162	127.4
秋津	47—II	112	113	138	97	106	115	130	172	53	57	109	86.5
	48—I	92	130	205	195	128	120	103	146	168	163	145	114.1
古川	47—II	145	130	156	120	115	116	120	120	140	97	126	100
	48—I	65	100	165	216	165	233	138	146	191	113	153	120.4
牛舟	47—II	55	66	160	150	166	150	73	90	172	174	126	100
	48—I	75	87	173	183	121	166	70	98	143	150	127	100

驅動型耕耘機之碎土能力大，經過耕起後再縱橫各作一次碎土以整平時，土塊均略嫌過細，但作業輕，行速可在0.7～1m/sec，每10公畝所需工作時間約在40～50分左右。

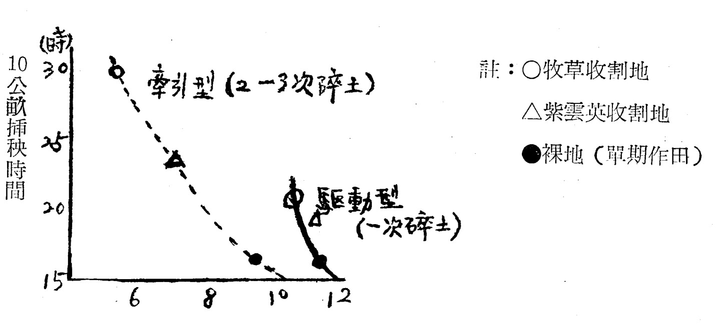
牽引型耕耘機利用碌碡輪及鐵耙作碎土作業效果比較淺，所以經常須縱橫各一次或土塊較硬時則縱一次橫二次，每10公畝所需時間約爲60～90分，機器之碎土效果經常比牛耕爲均勻，表土亦比較細，因此整平作業和插秧作業之間可以保留一天之間隔，對作業之分配很有益，並且單位面積插秧及除草時間均可縮短。

有關碎土效果對插秧作業之影響，依日本的菱沼氏所作之試驗結果，爲用115kg之重錘自 1m 高度落下時，沈下深度在 9～10 cm 時最適當，驅動型耕耘機及畜力碎土之效果如第十四圖所示。

第十四圖　碎土效果和表土硬度



第十五圖　田面硬度與插秧時間之關係



5. 各作業用油量：

用油量和作業時間及所需動力有密切關係，若依據關東東山農試所之統計，則將各種用油量換算成汽油時，每10公畝耕起所需油量約為

犂耕——2700 cc　　迴轉式驅動型——4100cc

竪螺式驅動型——3400 cc　　攪桿式驅動型——2200cc

各種油之換算比為

汽油350，混合油（15：1）400，煤油300，柴油250，

依據上列數值比較本次試驗之結果列如下表

第十三表　耕起作業用油量

47-I　耕起作業用油量 cc/10公畝

機別	用油別	秀郎 甲	秀郎 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	平均	汽油相當值 A	標準值 B	% B/A
美利	汽油	3817	3083	3416	3916	4583	4366	5100	4966	2550	2550	3835	3835	2700	70.5
興國	〃 〃	4000	2731	4083	4083	2433	3333	3000	2833	3010	3150	3266	3266	2700	82.6
井關	煤油	5200	4916	6000	5100	5100	5349	4166	3500	4120	4416	4787	5590	4100	73.4
秋津	〃 〃	5700	5600	6400	8040	8040	6640	3950	4075	4000	4075	5185	6550	4100	62.6
古川	柴油	2413	2350	4000	3083	2083	3750	3250	3000	2633	2651	3063	4290	2200	51.3

48-I　耕起作業用油量 cc/10公畝

機別	用油別	季郎 甲	季郎 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	平均	汽油相當值 A	標準值 B	% B/A
美利	汽油	3083	3083	4000	3500	3000	3425	3333	3500	2100	2400	3142	3142	2700	86.0
興國	〃 〃	2266	3083	3250	3250	4633	4016	4550	3516	2100	2410	3307	3307	2700	81.6
井關	煤油	4850	5116	5400	5233	4183	3033	3516	3000	5000	5166	4450	5200	4100	78.8
秋津	〃 〃	5316	5100	5010	5200	3050	3933	2916	2966	4916	5116	4352	5070	4100	80.8
古川	柴油	2083	1750	2666	1933	2233	3133	1416	1383	2083	2333	2101	2940	2200	75.0

第十四表　整平作業用油量

47-II　畝整平作業用油量 cc/10公畝

機別	用油別	季郎 甲	季郎 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	平均	汽油相當值
美利	汽油	2933	3316	1900	1500	2233	1516	1816	1716	2666	2533	2213	2113
興國	〃 〃	2966	1700	1950	2913	2683	1533	1316	2333	1500	1525	2043	2042
井關	煤油	3833	3266	2800	3716	4100	2983	2500	2400	2100	2200	2990	3490
秋津	〃 〃	3716	3233	4816	3166	3700	4000	2600	3000	1950	1983	3261	3850
古川	柴油	1866	1700	1783	1600	2033	1950	1600	1600	1200	1200	1653	2310

48-I 整平作業用油量 cc/10公畝

機別	用油別	秀朗 甲	秀朗 乙	石牌 甲	石牌 乙	中壢 甲	中壢 乙	新莊 甲	新莊 乙	本所 甲	本所 乙	平均	汽油相當值
美利	汽油	3250	3600	4700	4000	3000	2333	2333	2000	3016	3416	3215	3205
興國	〃 〃	2000	1400	4816	5200	1500	2966	1533	1400	1783	2200	2480	2480
井關	煤油	3616	2000	4633	6000	4050	2833	1950	1466	3183	3083	3281	3830
秋津	〃 〃	4400	3416	6000	5200	3250	2900	2500	2916	5000	5200	4098	4780
古川	柴油	1416	1983	1933	2166	2200	3566	1916	1900	2350	2150	2158	3010

自上表之數值得知耕起作業由於耕深在標準以上，工作時間，則由於耕深之增加，車輪之不適及駕駛人員未習慣於快速工作等至使用油量也比標準爲多，假設標準用油量爲B，實際用油量（汽油相值值）爲A，而

$$\frac{B}{A}\times 100 = \text{用油經濟度，則}$$

本次之用油經濟度約在75～80%之譜。

整平作業則由於未能配合適當之載土器具，田面不易耙平因此牽引型多費約二倍，驅動型約3倍的時間，若能配合適當器具則，實際用油量必在表列數字之40～60%左右。

6　耕耘機每使用小時之成本費分析

a　固定成本：

關於固定成本之推算法，有以使用年限爲基準者，有以總使用小時爲基準者，有以二者之平均推算者，各持有不同之論法，再則可使用年限或可使用總小時數之數值亦各不相同，如有五年至七年者，2000小時至6000小時者等相差很大，此係各機器之構造不同，使用技術不同，環境不同均可影響其經濟使用期限之故。

假設每部機器之可使用時數爲3000小時，則可推算現下普徧被推廣之牽引型及驅動型之固定成本如下：

4.5～6 P. S. 牽引型耕耘機之平均售價爲32,000元，貸款年限四年，月息 0.9%每半年還利息及八分之一本金。

$$\text{故其總成本爲}32{,}000\times\left(1+0.009\times 6\times\frac{36}{8}\right)=39{,}776\text{元}$$

$$\text{每小時機器折舊固定成本}=\frac{39776}{3000}=13.25\text{元}$$

8～10 P. S. 驅動型耕耘機之平均售價55,000貸款年限五年月息0.9%每半年還利息及十分之一本金

$$\text{故其總成本爲}\quad 55{,}000\times\left(1+0.009\times 6\times\frac{55}{10}\right)=71{,}350\text{元}$$

$$\text{每小年機器折舊固定成本}=\frac{71350}{3000}=23.80\text{元}$$

修護費依東京農工大學農學部田原虎次須藤允兩氏之假設

$$\text{每小時修護費}=\frac{\text{機器價格}}{\text{總使用時數}}\times 0.45$$

則　$\text{牽引型耕耘機每小時修護費}=\frac{3200}{3000}\times 0.45=0.48\text{元}$

$$\text{驅動型耕耘機每小時修護費}=\frac{55000}{3000}\times 0.45=0.82\text{元}$$

b　可變成本：無作業則不必支出，有作業則必須隨之支出之費用若稱爲可變成本則人工費，

油料費爲屬之。

人工費：假定一天工作十小時，一天工資50元則每小時人工費$=\frac{50}{10}=5$元

油料費：現有耕耘機用發動機之用油量爲

汽油引擎——220～350 gr/P. S. hr＝300～480 cc/P. S. hr÷400 cc/P. S. hr

柴油引擎——180～220 gr/P. S. hr＝200～245 cc/P. S. hr÷225 cc/P. S. hr

以汽油每公升4.6元柴油2.55元計算則

4.5～6 P. S. 牽引型耕耘機，以 4.5 P. S. 之動力作耕耘作業時，其用油費爲

每小時可變費$=46\times0.4\times4.5=9.2$元

8～10 P. S. 驅動型耕耘機以 8 P. S. 之動力作耕耘作業時

每小時可變費$=2.55\times0.225\times8=5.15$元

又假設引擎潤滑油每20小時，齒輪油每200小時換油，引擎油 1 公升＝16.80 元，齒輪油 1 公升＝7.90 元，則牽引型耕耘機用滑油費爲，每小時0.45元。

驅動型耕耘機用滑油費爲每小時1.05元。

c 每使用小時成本費

耕耘機依其作業種類之不同，用油量亦不同，但爲便於計算，將耕耘時之用油量作標準則：

牽引型耕耘機之每小時成本費＝固定成本＋可變成本

＝折舊成本＋修護成本＋用油費＋滑油費＋人工費。

$=13.25+0.48+9.20+0.45+5.00=28.28$元

驅動型耕耘機之每小時成本費$=23.80+0.82+5.15+1.05+5.00=35.82$元

d 每公頃整地成本

參照第十一表及第十二表，假設牽引型耕耘機每十公畝之耕起作業爲120分，整平作業爲 70 分，則10公畝整地作業成本$=28.28\times\frac{1}{60}\times(120+70)=90$元

驅動型耕耘機每10公畝之耕起作業，理論作業時間爲

$$\frac{19}{0.6\times0.5}=63分$$

估計實際作業時間爲 $63\div0.7=90$分

整平作業爲40分則，10公畝整地作業成本$=35.82\times\frac{1}{60}\times(90+40)=77.70$元

e 耕牛整地成本：

飼養耕牛一頭之成本大致如下：

一年支出管理費……牧童工資3.000元（約14～15歲之牧童一年分工資）

牧童食費1.800元（每月食費150元計費）

牛只購買……老牛當肉牛賣時，其價值足於購入小牛故不計算。

飼料費……乾稻草876元（每天12臺斤，每臺斤 2 角計算）

甘藷225元（千農忙期供給，年30天每天15臺斤，每臺斤 5 角計算）

生草（由牧童刈取故不計算）

牛用農具折舊損失費50元

計 5,951元

一年收入 堆肥 450元（每天約產堆肥15臺斤，年產5,400臺斤約值450元）

一年超支 5,951－450＝5,500元

設耕牛一年之工作天爲60天，一天作業能力平均爲耕起　20公畝
碎土　60公畝
耙平　30公畝

$$\text{則每10公畝整地時間} = \frac{10}{20} + \frac{10}{60} + \frac{10}{30} = \frac{60}{60} = 1\text{天}$$

$$\text{所以平均牛耕整地每10公畝之成本} = \frac{5{,}500}{60} = 91.16\text{元}$$

牛耕人工費一天40元計算則：

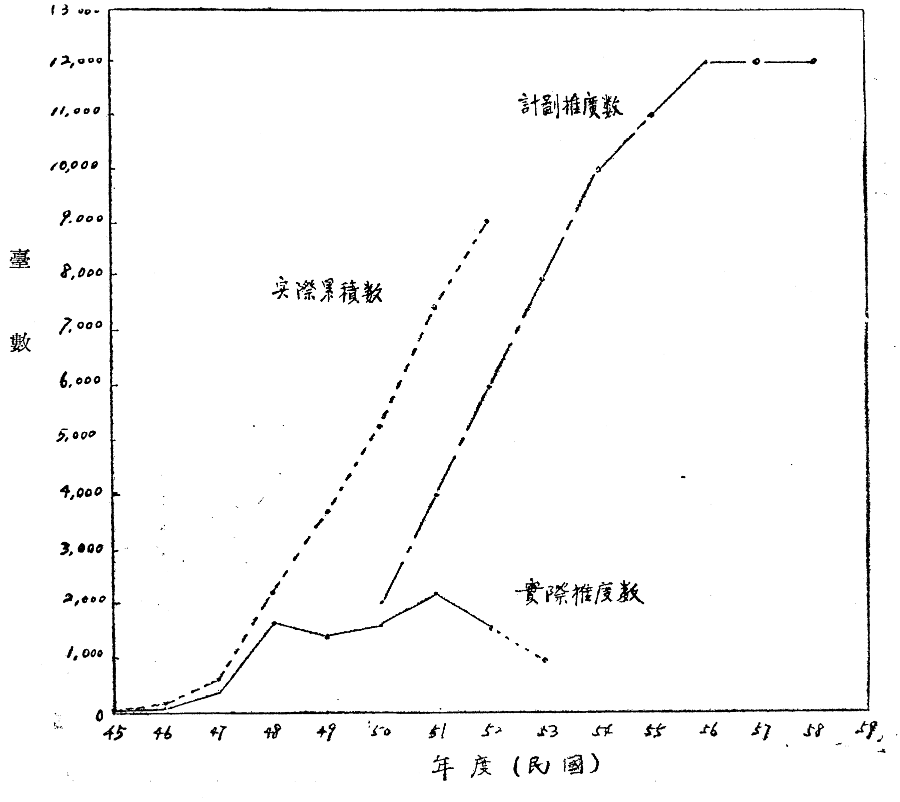
牛耕整地每10公畝之總成本＝91.16＋40＝131.16元

從以上之分析得知，耕耘機整地成本低於牛耕，但必須注意者，牛耕成本多屬於非現金支出，因此其成本之高低對農家之影響並不顯著，然耕耘機之成本費均爲現金支出，故非善爲經營則隨時可以影響農家之經濟情況，尤其固定成本高者爲甚，故若假定機器之可使用年限爲 6 年則每年工作時數必須達到 500 小時以上，或能善加利用機器之機動力或潛在力提高經營所得始可得到機械化之利益。

7. 本省推廣耕耘機之經過：

本省於民國四十五年由省農會自日本引進 2.5. H.P. 美利牌小型牽引型耕耘機二百五十臺向農村積極推廣以求解決農村勞力之不足，引起各界很大之關心，並盡力協助推行，本省許多廠家也相繼彷製並加大馬力以供農民使用，由是推廣數目年年增加，尤其在四十八年至五十年之間每年平均推廣達一千五百多臺，到五十一年又增加到二千一百多臺，政府也在五十年度訂了耕耘機推廣計劃，予計自五十年至五十八年之間要推廣八萬臺，但實際推廣數目自五十二年度又下降至一千五百七

第十五表　歷年耕耘機推廣臺數比較表



十五臺，五十三年到九月底止為八百四十臺，止年底總臺數估計約為一千臺左右，與政府原預計推廣臺數相距很大，但觀日本耕耘機推廣之情形，在1962年一共普及一百七十萬臺，平均每 3.5 戶農戶就有一臺。耕耘機之耕地面積為水田二百一十二萬八千町步，佔總水田面積的70%，旱田為五十五萬七千町步，佔總旱田面積的23.72%，各型式各年次之臺數及各經營面積所有臺數如表所示。

第十六表　動力耕耘機之所有臺數

	所有臺數				增減指數		
	總數		驅動型	牽引型	總數	驅動型	牽引型
	實數（千臺）	每百戶（臺）	（千臺）	（千臺）	（%）	（%）	（%）
1959年2月	514	8.5	236	277	100.0	100.0	100.0
1960年12月	745	12.5	266	476	145.1	112.7	172.9
1961年12月	1,020	17.2	322	697	198.4	136.4	251.6
1962年12月	1,414	24.1	403	1,009	275.1	171.6	364.3

第十七表　依經營面積分每百戶農家耕耘機所有臺數

	3反未端（臺）	3—5反（臺）	5—7反（臺）	7反—1町（臺）	1—1.5町（臺）	1.5町—2町（臺）	2町以上（臺）
1959年2月	0.3	1.6	3.9	8.3	16.2	26.0	39.1
1962年12月	0.8	5.0	13.0	26.8	46.8	63.7	75.9
增加率	267%	313%	333%	323%	289%	245%	194%

由上面之比較可瞭解，以耕耘機代替牛耕應是正確的，但本省之推廣情形不盡理想，其原因為

a　各地區農業制度及土壤情形差異巨大：

i　宜蘭地區

多屬排水不良或表土極淺下層有石礫之粘質地為多，大都屬於水稻兩期作，該地區適合採用輕型耕耘機，驅動型較不合適。

ii　桃園臺地地區

土質多為紅磚土粘質土壤，表土厚度極深，有機質少，有待深耕及增肥以改良，因此對深耕及綠肥之埋伏，土壤之反轉要求甚嚴，該區近由於石門水庫之完成，大部將成為水稻二期作，並逐漸增加配合糊仔甘藷之栽培，因此對培土及整平作業之要求亦逐漸增强。

iii　臺中地區

該區為栽培期作最多之地區，除水稻二期作之外還配合甘藷、煙草之間作及蔬菜之裏作，一年之中有三～四期作或甚至六期作，因此，碎土、整平、及管理作業之要求極强。

iv　嘉南地區

該地區多為水稻一甘藷一甘蔗一落花生之三年輪作地區，因此對甘蔗及甘藷畦之培土及甘蔗根之拔起，落花生畦土之碎土作業等，都屬於强馬力之作業，因此對耕耘機之適應性很低，但新近改良之竪螺式耕耘機，因其耕起方式對甘蔗根之拔起作業很方便，似可在該地區適用。

v　屏東地區

該地區多為水稻二期作和瓜類蔬菜、甘藷裏作之地區，對裏作作物收穫後之整平及埋覆蔭葉等作業需很短時間內完成。

vi　東部地區

東部地區多表土淺，輕型耕耘機較適合。

b　機器價格太高：

i　臺省及日本耕耘機價格之比較

第十八表　臺省及日本之耕耘機價格比較

地　別	耕　耘　機　馬　力	3 馬力	6 馬力	9 馬力	備　註
臺　灣	耕耘機價格（臺幣）	12,000	39,000	42.000	①貨料計算以民國51年春爲準
	折合相等價值之稻穀量（噸）A	3.15	10.20	11.00	
日　本	耕耘機價格（日幣）	86,400	260,000	27,000	②一元臺幣合於九元日幣
	折合相等價值之稻積量（噸）B	1.29	3.72	4.02	
A/B		2.42	2.75	2.75	

本省每戶耕地面積平均約爲1.1公頃，日本平均爲 0.9 公頃，本省每公頃稻谷平均收穫量約爲五千七百多公斤，與日本單期作差不多，因此由上表 A/B 值可知在本省購買耕耘機需要負擔日本的約2.5倍至 3 倍

ii　農家收益和耕耘機售價不易配合。

農家購買耕耘機之前後，其經營方法應有改變以配合機器之工作效率，提高收益是必然的，但如何配合，未有良好之制度可循之前難免具有冒險性的，所以農家在原有經營制度下之收益和耕耘機之價格差異高低就影響購買之決心，若原收益已低而耕耘機售價高時，一般農友是不願冒險的，現依照民國五十年度臺灣農家記帳報告資料則每戶平均農家年淨益爲 6,873.18 元，若購買一部五萬五千元耕耘機連同拖車一臺一共爲六萬元時，五年之間每年須平均負擔固定資本金額 15,564元，達年淨收益之二倍以上，若以1.55～2.06甲之平均淨益7,686.26元和2.07甲以上之平均淨益 11,878.34元相比較就可以推測年淨益在 15,000元以上之農戶經營面積必須在 2.5～3.0 公頃以上，然自民國五十年度農業總普查之報告可知，耕地面積在2.5公頃以上之農戶總共約爲 76,000戶佔總農戶數之 9.5 ％而已，所以不具冒險性而有能力購買耕耘機之農戶數約在八萬戶左右，因此有意購買耕耘機之農戶數必更少於八萬戶。

表十九表　耕耘機資本年次歸還金額數

資　款 60.000.00

年度	期別	貸　款　額	利　息（月息0.9%）	應還資本額	應還總金額	年度應還總金額
1	1	60,000.00	3,240.00	6,000.00	9,240.00	18,156.00
	2	54,000.00	2,916.00	6,000.00	8,916.00	
2	3	48,000.00	2,592.00	6,000.00	8,592.00	16,860.00
	4	42,000.00	2,268.00	6,000.00	8,268.00	
3	5	36,000.00	1,944.00	6,000.00	7,944.00	15,564.00
	6	30,000.00	1,620.00	6,000.00	7,620.00	
4	7	24,000.00	1,296.00	6,000.00	7,296.00	14,268.00
	8	18,000.00	972.00	6,000.00	6,972.00	
5	9	12,000.00	648.00	6,000.00	6,648.00	12,972.00
	10	6,000.00	324.00	6,000.00	6,324.00	
總　數			17,820.00	6,000.00		77,820.00
年　平　均			3,564.00	6,000.00		15,564.00

表二十表　五十年記賬農家分組別每戶平均農家淨益及其佔農家總收入百分比

組　　　別	每戶平均農家淨額	農家淨益佔其總收入百分比	備　　註
	元	%	
47 年 平 均	6,480.29	11.19	
50 年 平 均	6,873.18	10.81	
0.51 甲 以 下	1,805.00	5.35	
0.52 —— 1.03甲	3,707.47	8.41	
1.04 —— 1.54甲	7,139.93	12.17	
1.55 —— 2.06甲	7,686.26	11.53	
2.07 甲 以 上	11,878.34	11.35	

c　購買耕耘機後之收益未顯著：

在民國四十五年剛開始推行耕耘機時搬運作業未受任何限制，所以比較進取之農友均樂意購買而作搬運營業行爲，因此可不問其是否適用於田間作業或售價之高低，只要載荷能力愈高愈佳，但自民國五十一年禁止耕耘機之運貨營業行爲後，耕耘機之年總使用小時，自約 1,000 小時減至約 300 小時，並且消失了最顯著之現金收益，加上在初期推廣之約二千臺不適用於田間作業之機器呆在農村中，以及一部分形成過度投資之農友以利價方式轉售耕耘機使一般農友引起恐畏心理，以致漸漸不易推廣，至於使用耕耘機後所提高之收益，如耕深之增加所提高之收益以及利用耕耘機之搬運能力增加自製肥料，及其他收益多屬於非現金收益，無法轉變對已形成過度投資之農友所引起之反感而影響其他農友之購買心理。

d　附屬農具未盡適用於農作業及農友知識不够水準：

過去各廠商推廣耕耘機時，對各種附屬農具之性能未能確實了解，並爲不願增加推銷成本，亦多不願深切研究，如耕耘機在深田及滷田之不易作業，以及作畦作業未達理想等問題都未受注意及改良，較廉價之牽引型耕耘機尤甚，農友亦以能運貨爲最關心之問題而對田間作業不很重視，無形中形成了耕耘機不甚合用於田間工作而適於農家用之搬運工具，因此運貨營業行爲被禁止後就形成了耕耘機爲無所適仕之機器之觀念，再則因大部分農友對機器之了解程度不高，一些屬於日常保養性之小修工作亦多未能切實勵行而常常引起大故障，徒增修護費，使農友對機器更不感興趣。

綜合以上之原因可略知，今後推行耕耘機必先盡量減低使用機器之成本，其法有二。

一爲改善機械性能提高年總使用時數，二爲簡化機器之構造減低購買及修護成本，二者之間必有輕重不易兼顧，而本省過去受外國機械化方式之影響多注重於機械性能之提高，以期全面之機械化，但本省之農業輪作制度及土壤氣候，有很大之區域性已如前述，由是機器之型式及應具備之性能亦將隨之發生區域性，然一部機器爲適應各區之作業要求則其構造必成複雜而成本增高，必須考慮用同一機器再施行其他工作，如管理作業及收穫作業等，但此等作業之精度極高，在本省仍多以人工完成，並除農忙期外人工費低廉，利用機器作業後，精度不易高於人工，成本亦不易低於人工，不易提起農民之興趣。

再則本省之工業環境尙不如外國，機器所要求之製造精密度常隨其複雜化而提高，故外銷市場未能打開之前又不能大量生產，製造成本及修護成本甚高，因此今後應設法簡化機器之構造以便於保養使用並可降低成本及減低修護費。

四、摘　　要

1. 各種整地方法對土壤及作物生育，產量之影響，在試驗期間未能發現顯著之差異。
2. 耕深除無變速裝置 3～4.5馬力之廻轉驅動型耕耘機未能達到牛耕深度外，其餘均比牛耕爲深。

3. 本省水田之理想耕深應爲20～25公分，但各供試機器均未能達到20公分以上之深度，各機器之平均耕深如下表

機　　名	美　利	奧　國	井　關	科　津	古　川	牛　耕
47　年　度	13.72	16.13	15.33	12.27	15.99	13.45
48　年　度	14.14	15.89	13.65	12.30	14.36	13.78

4. 爲達成深耕目的必須研究心土犁及振動犁等耕耘機用心土破碎器具。
5. 平均耕地時間各種機器均比牛耕爲快，但有些地區反比牛耕爲慢，至使實際作業效率只達理論作業效率之43—65%，普通應爲60～80%，其原因可歸列爲：
   i 作業耕深均大於作耕耘機耕速之統計時之耕深（12～14公分）
   ii 駕駛員之行速未能達到1 m/sec 之行速而仍舊保持駛牛耕地時之行速（0.7 m/sec）至使影響工作效率。
   iii 車輪及耕具未能完全配合各地之土壤情況，至使有些地區發生作業困難，如機器之沉沒，土草之附着等等。
6. 在試驗期間未有適合之整平器具影響作業效率至巨，只達正常作業效率之40～60%。
7. 由於作業效率低、用油量經濟度只達正常狀態之75～80%。
8. 牽引型耕耘機每公頃整地成本爲700元，驅動型爲 777 元，牛耕爲 1,233元，機耕較牛耕爲省，但牛耕之成本多爲非現金支出，對農家經濟之影響不顯著，但耕耘機之成本多屬現金支出，對農家之經濟有明顯關係，故必須善於經營以提高經營所得或保持耕耘機之年使用時間在500小時以上始可得到機械化之利益。
7. 農作制度之地域性複雜，機器成本高，年使用時數減少，及附屬農具未能適合作業要求，至使今幾年之耕耘機推廣情形未能達到政府之預定目標。
10. 今後應盡量簡化耕耘機之機構以降低成本，並須配合各地域之農業制度研究地域性之附屬農具。

五、誌　　謝

本試驗進行時承蒙徐所長水泉實地視察指正，試驗之設計，實施，承蒙農管組謝技正全份之指導及協助，又得林東陽、高樹、江忠諸先生協助試驗調查及農管組全體同仁之協助工作，並得秀郎里許榮樹，西盛里邱寶，石牌里謝天印，埔頂里王年順諸位先生提供試驗地及協助試驗工作，文成時又承蒙農藝系謝主任順景之指正以及承蒙農復會蘇技正昭山先生供給諸多寶貴參考資料於此一並誌謝。

參 考 文 獻

(1) 張擧珊(1963)：臺灣水稻作業方法之農業工程分析：臺大、農復會、農林廳合印行。
(2) 馬蓬周(1957)：小型曳引兼廻轉式動力耕耘機初步試用結果及檢討：中國農村復興聯合委員會。
(3) 謝順景(1963)：田間設計：赴非農耕隊訓練班用講義。
(4) 謝全份(1957)：耕鋤深淺施肥量及施肥法對水稻產量之影響：農試所農業研究第七卷第二期P.7～P.25。
(5) 鄔清標(1962)：小型耕耘機用水田整地器具改良試驗：農試所農業研究第十一卷第四期 P.48～P.54。
(6) 農業普查委會(1963)：民國五十年臺灣省農業普查總報告：臺灣省政府農業普查委員會編印。
(7) 農林廳(1962)：民國五十年臺灣農家記賬報告：臺灣省政府農林廳編印。
(8) 農林廳(1964)：民國五十三年臺灣農業年報：臺灣省政府農林廳編印。
(9) 農林廳(1957)：民國四十六年全省耕牛調查統計資料：臺灣省政府農林廳編印。
(10) 金須正幸(1960)：小型トラクターの初步から應用まで：新農林社。
(11) 田原虎次、米村純一(1960)：小型トラクターとその利用：農家技術協會刊。
(12) 庄司英信(1964)：改著農業機械學概論：養賢堂發行。

(13) 田原虎次、須藤允(1964)：あなたの經營にあつたトラクターの選び方：新農村社機械化農業1月號P.44〜P.47。
(14) 田中孝(1962〜1963)：車輪を選ぶために：新農村社、機械化農業 12月號 P.42〜46。
1月號 P.59〜63。
3月號 P.67〜71。
4月號 P.60〜65。
(15) 手塚右門(1962)：小型トラクターによる水田の土づくり：新農林社、機械化農業3月號P.15〜P.21。
(16) 姫田正美(1959)：あなたの土に合つた耕し方：新農林社、機械化農業 3月號 P.12〜P.16。
(17) 南敬二(1959)：ロータリー耕を續けると收量は落ちるだろうか？
新農林社、機械化農業 3月號 P.17〜P.19。
(18) 手塚右門、小中俊雄 (1961)：小型トラクター用作業機の牽引抵抗に關する研究（第一報）：農業機械學會誌第22巻 第3號 P.95〜P.98。
(19) 小屋功位，小松幸雄 (1952)：動力耕耘機の型式別負荷特性（第一報）：農業機械學會誌第13巻 第3、4號 P.42〜P.47。
小屋功位，小松幸雄 (1952)：動力耕耘機の型式別負荷特性（第二報）：農業機械學會誌第14巻 第1、2號 P.32〜P.38。
小屋功位，小松幸雄 (1954)：動力耕耘機の型式別負荷特性（第三報）：農學機械學會誌第15巻 第1號 P.16〜P.20。
(20) 清小浩(1962))：臺灣における農業機械化の概觀 第23巻 第4號 P.180〜P.183。
(21) 農機具新聞(19〓)：耕耘機4戸に1臺に：新農林社1963年11月5日。

STUDIES ON POWER TILLER USED FOR PADDY FIELD

by

C. P. Wu

SUMMARY

1. During the experimental period, the influence of each land preparation method on soil, plant growth, and quantity of production could not clearly be found·

2. The average power tiller can plow land usually deeper than animal does except the rotary type power tiller with 3-4.5 HP and one forward speed.

3. The ideal depth of Taiwan paddy-field is 20-25 cm, but all the power tiller used in experimentation could not reach 20 cm. The average depth of each tiller is listed on page 35.

4. For the purpose of reaching the required depth, we have to work out some kinds of attachment such as subsoil plow, vibration chisel to break subsoil.

5. The average operating time of each power tiller is less than that of ox. But at some areas animal plowing is faster than tiller operation. The efficiency of power tiller reached only 43-65% to the cacnlated value. In general case, its efficiency should be 60-80%. Why does the power tiller fail to reach this efficiency?

(1). The experimented plowing depth is more than average depth (12-14 cm).

(2). Driver's speed could not Keep up with that of power tiller (1 m/sec). and maintained the consistent speed of animal (0.7 m/sec).

(3). Wheels & implments could not suit each kind of soils. Some area took place the machine sunk down and straws curled around wheel-shaft.

6. During the experimental period, there is no any suitable leveller. So the efficiency of operation was greatly affected and was 40-50% of normal status.

7. Due to low efficiency, fuel consumption is only 75-80% of normal status.

8. Operating cost per hecta is NT$ 900 for plowing type, NT$ 777 for rotary type, and NT$ 1,233 for animal plowing. As a result, the expense of employing power tiller is less than animal. But the wages of animal plowing is not paid in cash, so it doesn't conspicuosly affect farmers' economy. For this reason, the owners have to utilize their power tiller well to increase its income or keep its operating time above 500 hours every year.

9. Many different kinds of agricultural system, high first cost, little operating time every year, and attachments failing to treat each kind of agricultural circumstance prevent the power tiller from expanding to the predelermined aim of the government.

10. From now on, we should design a power tiller as simple as possible to decrease its first cost and work out some kinds of implement to suit every agricultural circumstance.